



日本特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年12月20日

出願番号

Application Number:

特願2002-369810

[ST.10/C]:

[JP2002-369810]

出願人

Applicant(s):

株式会社日立ハイテクノロジーズ  
キヤノン株式会社

U.S. Appln. Filed 8-6-03

Inventor: Y. Sohda et al

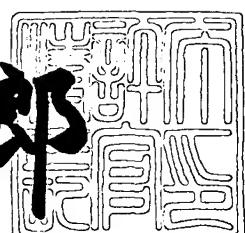
Mathingly Stanger Makor

Docket NIT-385

2003年 6月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3050082

【書類名】 特許願  
【整理番号】 NT02P0640  
【提出日】 平成14年12月20日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H01L 21/027  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 280 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内  
【氏名】 早田 康成  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 280 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内  
【氏名】 上村 理  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 280 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内  
【氏名】 太田 洋也  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内  
【氏名】 後藤 進  
【特許出願人】  
【識別番号】 501387839  
【氏名又は名称】 株式会社日立ハイテクノロジーズ  
【特許出願人】  
【識別番号】 000001007  
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100068504

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0211200

【包括委任状番号】 0211201

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子ビーム露光装置及び電子ビーム露光方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子銃と、前記電子銃から放出される電子ビームを、アライナーおよび2つの電磁レンズを通して試料上に照射し、1つの像を形成するための電子光学系と、前記電子ビームの位置検出に用いられる電子検出器とを有し、前記2つの電磁レンズの励磁を変化させた際の像面近傍での電子ビームの位置を計測し、その計測結果を基に前記アライナーの駆動および又は前記2つの電磁レンズの励磁強度を再設定することにより、前記電子光学系の光学調整を行うよう構成したことを特徴とする電子ビーム露光装置。

【請求項 2】

前記電子ビームは、所定の間隔で配列された複数の電子ビームよりなるマルチビームであり、前記マルチビームの特定の電子ビームを用いて像面近傍での電子ビームの位置の計測を行うよう構成したことを特徴とする請求項1記載の電子ビーム露光装置。

【請求項 3】

前記2つの電磁レンズの一方を強励磁とし、他方を弱励磁とするよう構成したことを特徴とする請求項1記載の電子ビーム露光装置。

【請求項 4】

前記再設定の際に、前記2つの電磁レンズの一方を強励磁とし、他方を弱励磁とするよう構成したことを特徴とする請求項1記載の電子ビーム露光装置。

【請求項 5】

前記2つの電磁レンズにおける励磁電流の変化率の大きさが凡そ等しくなるよう構成したことを特徴とする請求項1記載の電子ビーム露光装置。

【請求項 6】

前記2つの電磁レンズにおける励磁電流の変化の大きさが凡そ等しくなるよう構成したことを特徴とする請求項1記載の電子ビーム露光装置。

【請求項 7】

前記再設定の際に、前記2つの電磁レンズのうち、上流側にある電磁レンズにおける励磁電流の変化率の大きさと下流側にある電磁レンズにおける励磁電流の変化率の大きさとの比は、前記2つの電磁レンズにより決まる倍率に凡そ等しくなるよう構成したことを特徴とする請求項1記載の電子ビーム露光装置。

【請求項8】

所定の間隔で配列された複数の電子ビームを、アライナー、および2つの電磁レンズよりなるダブルレットレンズを通して試料上に照射し、1つの像を形成するための電子光学系と、前記電子ビームの位置検出に用いられる電子検出器とを有し、前記複数の電子ビームのうち特定の電子ビームについて、前記2つの電磁レンズの励磁を変化させた際の像面近傍での前記特定の電子ビームの位置を計測し、その計測結果を基に前記アライナーの駆動および又は前記2つの電磁レンズの励磁強度を再設定することにより、前記電子光学系の光学調整を行うよう構成したことを特徴とする電子ビーム露光装置。

【請求項9】

前記2つの電磁レンズの一方を強励磁とし、他方を弱励磁とするよう構成したことを特徴とする請求項8記載の電子ビーム露光装置。

【請求項10】

前記再設定の際に、前記2つの電磁レンズの一方を強励磁とし、他方を弱励磁とするよう構成したことを特徴とする請求項8記載の電子ビーム露光装置。

【請求項11】

前記2つの電磁レンズにおける励磁電流の変化率の大きさが凡そ等しくなるよう構成したことを特徴とする請求項8記載の電子ビーム露光装置。

【請求項12】

前記2つの電磁レンズにおける励磁電流の変化の大きさが凡そ等しくなるよう構成したことを特徴とする請求項8記載の電子ビーム露光装置。

【請求項13】

前記再設定の際に、前記2つの電磁レンズのうち、上流側にある電磁レンズにおける励磁電流の変化率の大きさと下流側にある電磁レンズにおける励磁電流の変化率の大きさとの比は、前記2つの電磁レンズにより決まる倍率に凡そ等しく

なるよう構成したことを特徴とする請求項 8 記載の電子ビーム露光装置。

【請求項 14】

電子銃と、前記電子銃から放出される電子ビームを、アライナーおよび少なくとも 2 つの電磁レンズを通して試料上に照射し、1 つの像を形成するための電子光学系と、前記電子ビームの位置検出に用いられる電子検出器とを有し、前記少なくとも 2 つの電磁レンズの励磁を変化させた際の像面近傍での電子ビームの位置を計測し、その計測結果を基に前記アライナーの駆動および又は前記 2 つの電磁レンズの励磁強度を再設定することにより、前記電子光学系の光学調整を行うよう構成したことを特徴とする電子ビーム露光装置。

【請求項 15】

電子銃から放出される電子ビームを、アライナーおよび 2 つの電磁レンズを備えた電子光学系を通して試料上に照射し、1 つの像を形成する工程と、電子検出器を用いて前記電子ビームの位置を検出する工程とを有し、かつ、前記 2 つの電磁レンズの励磁を変化させた際の像面近傍での電子ビームの位置を計測し、その計測結果を基に前記アライナーの駆動および又は前記 2 つの電磁レンズの励磁強度を再設定する工程を設けることにより、前記電子光学系の光学調整を行うようにしたことを特徴とする電子ビーム露光方法。

【請求項 16】

前記電子ビームは、所定の間隔で配列された複数の電子ビームよりなるマルチビームであり、前記マルチビームの特定の電子ビームを用いて像面近傍での電子ビームの位置の計測を行うようにしたことを特徴とする請求項 15 記載の電子ビーム露光方法。

【請求項 17】

前記マルチビームのうち、特定の電子ビームを用いて像面近傍での電子ビームの位置の計測を行い、電子ビームの位置として前記特定の電子ビームの位置から求めた値を用いることを特徴とする請求項 16 記載の電子ビーム露光方法。

【請求項 18】

前記再設定の際に、前記 2 つの電磁レンズの一方を強励磁とし、他方を弱励磁とするようにしたことを特徴とする請求項 15 記載の電子ビーム露光方法。

## 【請求項19】

前記2つの電磁レンズにおける励磁電流の変化率の大きさ若しくは変化の大きさが凡そ等しくなるようにしたことを特徴とする請求項15載の電子ビーム露光方法。

## 【請求項20】

前記再設定の際に、前記2つの電磁レンズのうち、上流側にある電磁レンズにおける励磁電流の変化率の大きさと下流側にある電磁レンズにおける励磁電流の変化率の大きさとの比は、前記2つの電磁レンズにより決まる倍率に凡そ等しくなるようにしたことを特徴とする請求項15記載の電子ビーム露光方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、電子ビーム露光技術に係り、特に、高精度な電子ビーム露光装置および露光方法に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

電子ビーム描画装置において、電子ビームの光学調整は最も重要な技術の1つである。

## 【0003】

従来、電子ビームレンズにおける軸調整は、レンズの焦点距離を変えた時の電子ビームの位置変化を測定することにより行なっていた（例えば、非特許文献1参照）。しかしながら、この手法は、点ビームや、像よりもクロスオーバの方が大きな実質的に点ビームとして扱える微小面積ビームにのみ用いられてきた。また、焦点変化も1つのレンズの励磁を変えることにより行われていた。

## 【0004】

これに対して、試料上に大面積の電子ビームを転写する方式の電子ビーム露光装置や、同じく大面積を複数の電子ビームで同時に露光する方式がある。これらの方では、上記のような軸調整に対する指針が無かった。大面積転写方式の中でも独立にオンオフを制御できる複数の電子ビームを用いた方式では、特定の電

子ビームのみを使用することで校正を行う提案がなされている（例えば、特許文献1参照）。しかし、かかる提案では、レンズの光学調整に関する方法は記述されていない。

#### 【0005】

更に、従来、大面積転写の光学系の調整方法が提案されているが、大角偏向を可能とするために複数の偏向器とレンズの干渉を細かく調整し、レンズ特性を結局的に変えることで低収差を実現するもので、非常に複雑である（例えば、特許文献2参照）。

#### 【0006】

逆に、簡便な方法としては、クロスオーバ（瞳像）位置の調整を行う方法が提案されているが、この方法では限界がある（例えば、特許文献3参照）。

#### 【0007】

##### 【非特許文献1】

マイクロエレクトロニックエンジニアリング、21巻、1993年、145頁～148頁

##### 【特許文献1】

特開平10-106931号公報

##### 【特許文献2】

特開平10-303095号公報

##### 【特許文献3】

特開平10-302696号公報

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

高スループット化を目指した大面積転写では、ダブルレットレンズを用いた電子光学系が必要となる。ダブルレットレンズとは、2つの電磁レンズの焦点距離の和と2つの電磁レンズ間の距離とを凡そ等しくして2つの電磁レンズにより1つの像面を形成するものであり、上記の従来技術では、この方式のレンズを高精度に使用するための簡便な光学調整方法について考慮されていない。

#### 【0009】

本発明の目的は、大面積転写に必要なダブルレットレンズを用いた電子光学系における光学調整が可能な電子ビーム露光技術を提供することにある。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明では、少なくとも2つの電磁レンズにより1つの像を形成する構成を有する電子ビーム光学系を有し、少なくとも2つのレンズの励磁を変化させた際の像面近傍での電子ビームの位置を計測し、その計測結果を反映出来るアライナーおよび又は2つのレンズの強度を再設定するよう構成することを特徴とする。

#### 【0011】

この際にマルチビームを用いて、その内の特定のビームの位置を計測すれば、大面積転写の種々なる位置で独立に光軸特性を計測することが可能である。この結果、調整にフィードバックするために情報量が増加し、アライナーの駆動電流やレンズの駆動電流等の再設定する複数の電子光学素子へのフィードバックが行いやすくなる。

#### 【0012】

また、この際に特定ビームは1つに限る必要はない。1つに限る場合は1つあたりの電流量が少ないと位置計測精度が不十分となる場合がある。そこで、特定の領域にある複数の電子ビームを用いることで電流量不足を解決することが出来る。位置としては、複数ビームの平均値等で代表すれば良い。光学調整には全てのマルチビームの個々の位置を知る必要はないために、この手法が有効となる。

#### 【0013】

2つのレンズでの励磁変化の1つは強励磁、もう1つは弱励磁とし、励磁変化の方向を反対にする。より効果的に行うためには、2つのレンズにおける励磁電流の変化率の大きさを凡そ等しくすることが良い。これは、電子ビームを像面上に垂直に入射するように調整することに有効である。

#### 【0014】

垂直入射は、ダブルレットレンズにおいて良好な光学特性を得るのに重要である。2つの電磁レンズのコイルの巻数を凡そ同じ数にすれば、2つのレンズにおける

る励磁電流の変化の大きさを凡そ等しくすれば良く、調整を簡便にできる。

【0015】

また、再設定する際に上流のレンズにおける励磁電流の変化率の大きさと下流のレンズにおける励磁電流の変化率の大きさとの比を、2つのレンズにより決まる倍率に凡そ等しくする方法も効果的である。この方法は、像面位置を凡そ固定しながらレンズの運動比を調整することが可能であり、フィードバックを容易にする。

【0016】

以下、本発明の代表的な構成例を列挙する。

【0017】

(1) 本発明による電子ビーム露光装置は、電子銃と、前記電子銃から放出される電子ビームを、アライナーおよび2つの電磁レンズを通して試料上に照射し、1つの像を形成するための電子光学系と、前記電子ビームの位置検出に用いられる電子検出器とを有し、前記2つの電磁レンズの励磁を変化させた際の像面近傍での電子ビームの位置を計測し、その計測結果を基に前記アライナーの駆動および又は前記2つの電磁レンズの励磁強度を再設定することにより、前記電子光学系の光学調整を行うよう構成したことを特徴とする。

【0018】

(2) 本発明による電子ビーム露光装置は、所定の間隔で配列された複数の電子ビームを、アライナー、および2つの電磁レンズよりなるダブルレットレンズを通して試料上に照射し、1つの像を形成するための電子光学系と、前記電子ビームの位置検出に用いられる電子検出器とを有し、前記複数の電子ビームのうち特定の電子ビームについて、前記2つの電磁レンズの励磁を変化させた際の像面近傍での電子ビームの位置を計測し、その計測結果を基に前記アライナーの駆動および又は前記2つの電磁レンズの励磁強度を再設定することにより、前記電子光学系の光学調整を行うよう構成したことを特徴とする。

【0019】

(3) 本発明による電子ビーム露光装置は、電子銃と、前記電子銃から放出される電子ビームを、アライナーおよび少なくとも2つの電磁レンズを通して試料

上に照射し、1つの像を形成するための電子光学系と、前記電子ビームの位置検出に用いられる電子検出器とを有し、前記少なくとも2つの電磁レンズの励磁を変化させた際の像面近傍での電子ビームの位置を計測し、その計測結果を基に前記アライナーの駆動および又は前記2つの電磁レンズの励磁強度を再設定することにより、前記電子光学系の光学調整を行うよう構成したことを特徴とする。

#### 【0020】

(4) 本発明による電子ビーム露光方法は、電子銃から放出される電子ビームを、アライナーおよび2つの電磁レンズを備えた電子光学系を通して試料上に照射し、1つの像を形成する工程と、電子検出器を用いて前記電子ビームの位置を検出する工程とを有し、かつ、前記2つの電磁レンズの励磁を変化させた際の像面近傍での電子ビームの位置を計測し、その計測結果を基に前記アライナーの駆動および又は前記2つの電磁レンズの励磁強度を再設定する工程を設けることにより、前記電子光学系の光学調整を行うようにしたことを特徴とする。

#### 【0021】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例について、図面を参照して詳述する。

#### 【0022】

##### (実施例1)

図1に、本実施例の装置構成例を示す。電子銃110から放出された電子ビーム111をコンデンサレンズ112を通して平行ビームとし、複数の穴の空いたアパーチャーアレイ113により複数のポイントビームに分離され、その後段にあるレンズアレイ114によりポイントビームの中間像116に結像される。複数のポイントビームは、個別にオンオフ可能なようにブランカーアレイ115、ブランギング絞り119が設けられている。

#### 【0023】

こうして作られたマルチポイントビームは、第1投影レンズ118と第2投影レンズ121からなるダブルレットレンズ122により縮小されて、試料124上に結像される。マルチビーム間には距離があるために実質的に物面での電子ビームの最大距離より瞳像での電子ビームの最大距離が長い大面積転写となっている

## 【0024】

ダブルレットレンズの2つの投影レンズ118、121の間には偏向器120があり、試料124上での描画位置を規定する。ステージ125上には電子ビーム位置検出用のマーク126があり、ステージ125の位置を計測するレーザ干渉計（図示していない）と反射電子検出器123を用いており、電子ビームの位置を測定することが出来る。なお、本例では、電子ビームの位置計測に、マーク126からの反射電子を検出する電子検出器を用いているが、このほかに、マークを透過した電子を検出するものであってもよい。

## 【0025】

また、ダブルレットレンズ122の1つ目のレンズである第1投影レンズ118の上方にはアライナー117が2段構成で設けられており、連動させることによりレンズへの電子ビームの入射角度と入射位置を調整できる。

## 【0026】

アライナー117はアライナー制御回路104により、ダブルレットレンズ122はレンズ制御回路105により駆動される。本実施例では、具体的には電流が供給されることになる。各電流の設定値は、データ制御回路101から与えられる情報により決められている。同様に、フォーカス制御回路102とパターン発生回路103は、電圧を供給することで対応する光学素子を動作させている。これらの設定値もデータ制御回路101から与えられる情報により決められている。このデータ制御回路101は、信号処理回路107やステージ制御回路108から得られる情報も利用してレンズやアライナーの動作量を決める計算も行っている。また、本装置には、これらの機能を活用して、励磁変化の設定、電子ビーム位置の変化量の表示、或いはアライナーやレンズ励磁（電流量）の再設定を行う画面を有する表示装置を有している。これらのアライナーとレンズの動作条件を最適化することにより光学調整を行う。

## 【0027】

図2に、ダブルレットレンズのレイトレースを示す。物面201から1つ目のレンズである第1投影レンズ203の中心までの距離は、凡そ第1投影レンズ20

3の焦点距離 ( $f_1$ ) に等しく、第1投影レンズ203の中心と2つ目のレンズである第2投影レンズ206の中心との距離は、凡そ第1投影レンズ203の焦点距離 ( $f_1$ ) と第2投影レンズ206の焦点距離 ( $f_2$ ) との和に等しく、第2投影レンズ206の中心から像面207までの距離は、凡そ第2投影レンズ206の焦点距離 ( $f_2$ ) に等しい。ただし、焦点距離を独立に精度よく知ることが困難であり、これがこのレンズの調整を難しくしている。

#### 【0028】

瞳像205の位置は、第1投影レンズ203の中心から凡そ第1投影レンズ203の焦点距離 ( $f_1$ ) だけ下流に位置することになるが、この位置を精度良く測定することは困難であり、また、瞳像205の位置だけでは大面積転写の調整には不十分である。

#### 【0029】

このダブルレットレンズにおける高精度転写を可能とするには、ダブルレットレンズへの垂直入射と垂直出射、ならび全電子ビームの中心をレンズの軸中心と一致させることが理想である。この中で垂直条件を満たす場合は、以下の式に従ったレンズ条件変化に対して同じ高さでの位置変化がなくなる。

$$(\Delta f_1/f_1 + \Delta f_2/f_2) - ((f_1 - f_2) \times f_2) \times \Delta f_1 \times \Delta f_2 / (f_1 \times f_2) = 0$$

ここで、 $f_1$ 、 $f_2$ は第1投影レンズと第2投影レンズのそれぞれの焦点距離、 $\Delta f_1$ 、 $\Delta f_2$ はそれぞれの焦点変化量である。なお、本実施例では、 $f_1 = 250\text{ mm}$ 、 $f_2 = 25\text{ mm}$ である。従って倍率は0.1となる。

#### 【0030】

上式の右辺は、焦点距離の変化率の掛け算が入っており、後述するようにこの変化率が通常1%以下であることから、左辺に比べてけた違いに小さい。

#### 【0031】

従って、上式は、実質的に以下の式に変形される。

$$\Delta f_1/f_1 + \Delta f_2/f_2 = 0$$

更に、これを電磁レンズの駆動電流に換算すると、以下の式になる。

$$\Delta I_1/I_1 + \Delta I_2/I_2 = 0$$

ここで、I1、I2は第1投影レンズと第2投影レンズのそれぞれの励磁電流、  
 $\Delta I_1$ 、 $\Delta I_2$ はそれぞれの電流変化量である。

#### 【0032】

これらの式の符号から明らかのように、励磁は、ダブレットレンズの2つのレンズの一方を強励磁とし、他方を弱励磁とすることになる。また、2つのレンズにおける焦点距離の変化率の大きさあるいは励磁電流の変化率の大きさは同じである。

#### 【0033】

従って、アライナー駆動やレンズ駆動の設定値を変えながら、凡そ上記条件に従った励磁変化による位置変化が小さくなるように最適化することにより光学調整を行うことが出来る。

#### 【0034】

その際のアライナーやレンズの再設定値は、自由に変化させても構わないが、効率的に行うためには、2つのレンズの一方を強励磁とし、他方を弱励磁することにより、焦点位置をできるだけ変えずにレンズの値を再設定することが有効である。より具体的には、凡そ以下の条件を満たすことが望ましい。

$$\Delta f_1 / (f_1 \times f_1) + \Delta f_2 / (f_2 \times f_2) = 0$$

あるいは

$$\Delta I_1 / (I_1 \times f_1) + \Delta I_2 / (I_2 \times f_2) = 0$$

で表わせる。

#### 【0035】

すなわち、フィードバック時の上流の第1投影レンズにおける励磁電流の変化率の大きさと下流の第2投影レンズにおける励磁電流の変化率の大きさとの比は、上流、下流の2つの投影レンズにより決まる倍率に凡そ等しくなる。本実施例では、下流の第1投影レンズの変化率が、上流の第2投影レンズの変化率の1/10となる。

#### 【0036】

図3に、本実施例で用いるマルチビームの配置の一例を示す。マルチビームの数は、縦32×横32の計1024である。図中、白抜き○印は使用できる電子

ビーム301の位置、黒印は調整で実際に用いる電子ビーム302の位置である。

#### 【0037】

その中の特定のマルチビームを用いて調整を行った。縦32×横32のマルチビームの中心に位置する9つの（黒●印の）電子ビーム、そして、その周辺の8箇所でそれぞれ9つずつの（黒●印の）電子ビームを用いた。使用する電子ビームは、計81（9×9）ビームである。これらを9つずつ使用して各領域での信号を得る。

#### 【0038】

電子ビーム1つは約1nAに留まり、高精度の位置測定や短時間での位置測定の障害となる。9つの電子ビームを同時に用いることで電流量を増加させ、これらの問題を軽減することが出来る。調整は、1度に転写する領域中5箇所（中心と4隅）から多くても25箇所（縦5×横5）あれば良く、それぞれの箇所で複数ビーム用いることが可能である。

#### 【0039】

図4の（a）に実際の電子ビームの位置変化を示す。図中に示す矢印の長さと方向で位置変化を表している。励磁電流の変化率は0.2%とした。電流にして2mAである。励磁電流の好ましい変化率は位置変化量の大きさと測定精度の劣化の大きさから決まり、0.1%～1%の範囲が適当である。調整前は全体に広がる方向に位置変化が生じている。しかも、左側の方の変化が大きい。全体に広がるのはレンズ条件が不適切であること、非対称なのは斜めに入射されていることを示している。

#### 【0040】

まず、図4（b）に示すように、アライナーの条件を変えて入射角度を変化させながら位置変化量を対称にする。次に、図4（c）に示すように、レンズの条件を2つ連動させながら変化させて最適方向へ調整していく。

#### 【0041】

これによって、ダブルレットレンズの条件とアライナーの条件が精度良く調整されたことになる。これらの位置変化量の状況は、ダブルレットレンズやアライナー

の変化に対して凡そ線形に変化するために、自動的にレンズやアライナー値を変化させて、測定結果から最適値を求めて自動設定することも容易である。

#### 【0042】

図6に、アライナー値（アライナーの電流値）を自動設定するためのフロー（アルゴリズム）の一例を示す。

#### 【0043】

まず、決められた初期値若しくは現状の値のままダブレットレンズの励磁を変えて複数の電子ビームの位置変化を求める。アライナー値を複数変化させてそれぞれの値での複数の電子ビームの位置変化を求める。この結果、アライナー値の変化と位置変化の変化の相関を定量的に求めることができる。この関係式は1次の線形変換で近似できる。この関係式は毎回求める必要はなく、通常は以降のアルゴリズムのみを適用することも可能である。すなわち、決められた初期値若しくは現状の値のままダブレットレンズの励磁を変えて複数の電子ビームの位置変化を求める。求められた位置変化と上記の関係式より位置変化を最小とするアライナーの変化量を求める。そして、これに従って設定したアライナー値での位置変化を求める。位置変化が決められた値以下なら調整を終了し、決められた値以上であれば、再度位置変化を最小とするアライナーの変化量を求めて調整を繰り返す。以上のアルゴリズムはアライナー値をダブルレットレンズの励磁電流値に変えることでレンズ調整にも適用できる。

#### 【0044】

また、以上の操作は、表示装置上でモニターしながら実行することが可能である。

#### 【0045】

以上の調整の後、描画を行った結果、調整前は全面（ $128 \mu\text{m}$ 角領域）では $200 \text{ nm}$ のパターンしか形成できなかったが、調整後は全面で $65 \text{ nm}$ のパターン形成が可能となった。更に、転写歪も $300 \text{ nm}$ から $10 \text{ nm}$ 以下へと低減できた。

#### 【0046】

（実施例2）

図5は、本実施例での装置構成を示す。基本構成は、実施例1と同様であるが、本実施例では、倍率を小さくするために、ダブレットレンズが1段多く挿入されており、2段構成となっている。すなわち、第3投影レンズ518と第4投影レンズ521からなる第2ダブルレンズ522と、(第1)ダブルレンズ122との2段構成で設けられており、倍率はそれぞれ0.1と0.2である。

#### 【0047】

なお、図中、504は第2アライナー制御回路、505は第レンズ制御回路、517は第2アライナーである。

#### 【0048】

この場合、像面での開き角の大きくなる後段のダブルレンズ122が重要となるので、本調整方法を後段のダブルレンズ122に適用した。後段のダブルレンズ122の焦点距離は、 $f_1 = 125\text{ mm}$ 、 $f_2 = 25\text{ mm}$ 、励磁の変化率を0.5%とした。本実施例でも、ダブルレンズの励磁調整とアライナー強度調整により位置変化を低減することが出来た。

#### 【0049】

以上の調整の後、描画を行った結果、調整前は全面(64 $\mu\text{m}$ 角領域)では150nmのパターンしか形成できなかったが、調整後は全面で65nmのパターン形成が可能となった。更に、転写歪も100nmから10nm以下へと低減できた。

#### 【0050】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、ダブルレンズによる大面積転写を行う電子ビーム露光装置の高精度な電子ビーム調整を行うことができ、高解像なデバイスパターンの形成を可能にする電子ビーム露光技術を実現する。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の実施例1の装置構成例を示す図。

##### 【図2】

実施例1のレイトレースを示す図。

## 【図3】

実施例1のマルチビームの選択の一例を表す図。

## 【図4】

実施例1でのビームの動きの一例を表す図。

## 【図5】

本発明の実施例2の装置構成例を示す図。

## 【図6】

本発明におけるアライナー値を自動設定するためのフロー（アルゴリズム）の一例を説明する図。

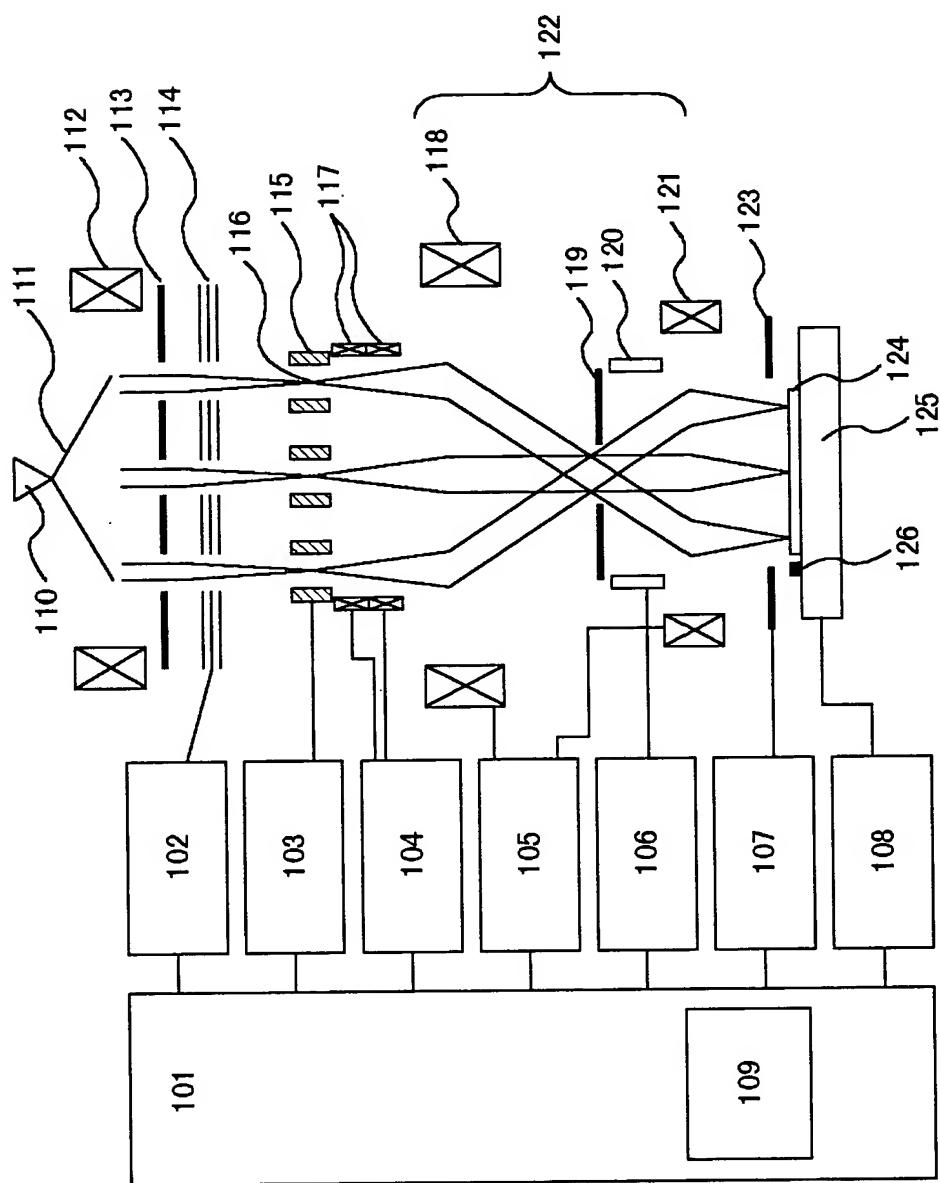
## 【符号の説明】

101…データ制御回路、102…フォーカス制御回路、103…パターン発生回路、104…アライナー制御回路、105…レンズ制御回路、106…偏向制御回路、107…信号処理回路、108…ステージ制御回路、109…表示装置、110…電子銃、111…電子ビーム、112…コンデンサレンズ、113…アパーチャーアレイ、114…レンズアレイ、115…ブランカーアレイ、116…中間像、117…アライナー、118…第1投影レンズ、119…ブランギング絞り、120…偏向器、121…第2投影レンズ、122…ダブレットレンズ、123…電子検出器、124…試料、125…ステージ、126…マーク、127…ファラデーカップ、201…物面、202…アライナー、203…第1投影レンズ、204…偏向器、205…瞳像、206…第2投影レンズ、207…像面、208…電子ビーム、209…励磁を変えた時の電子ビーム、301…電子ビームオフ、302…電子ビームオン。

【書類名】 図面

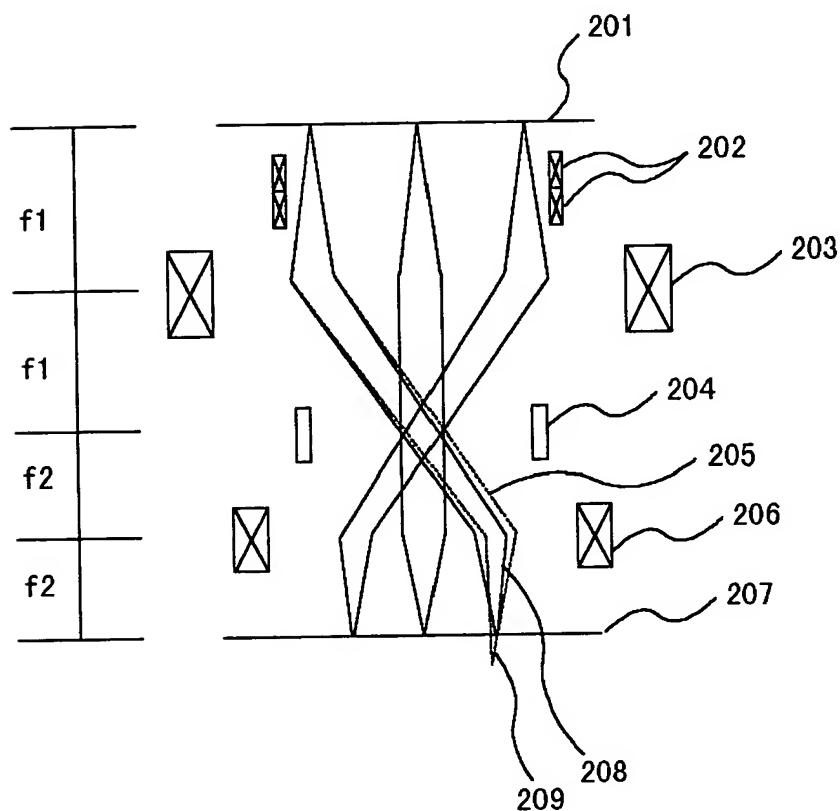
【図1】

図 1



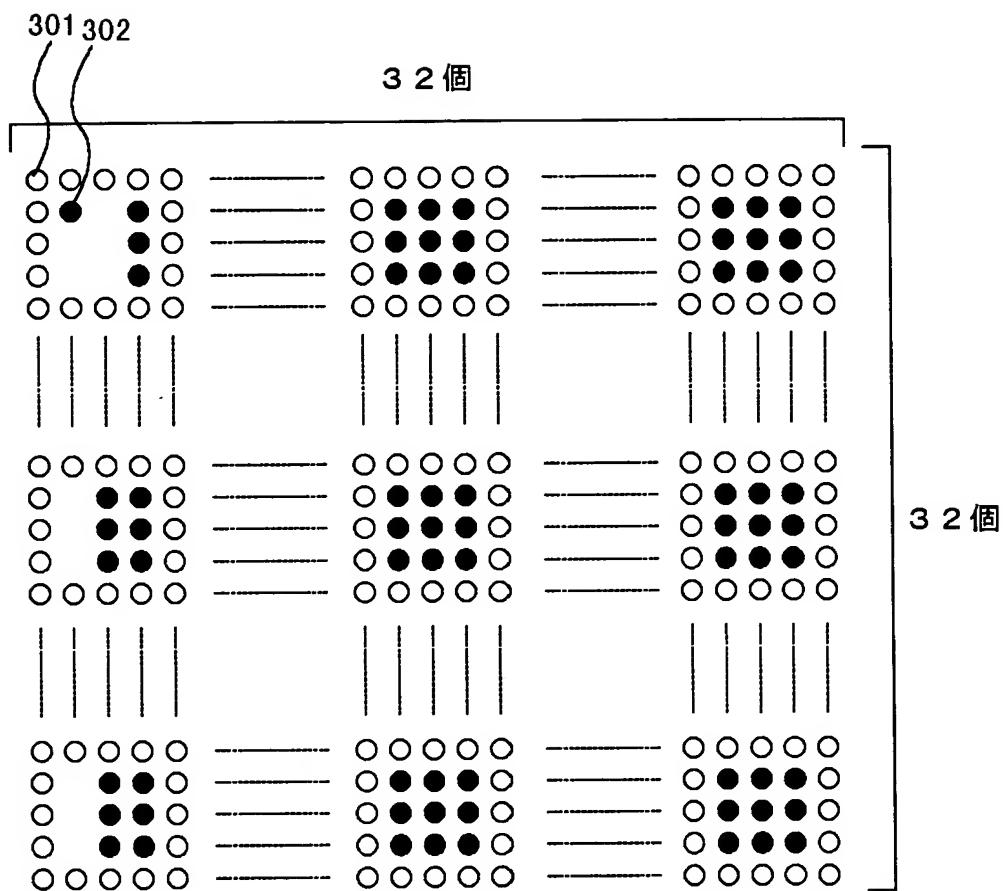
【図2】

図 2



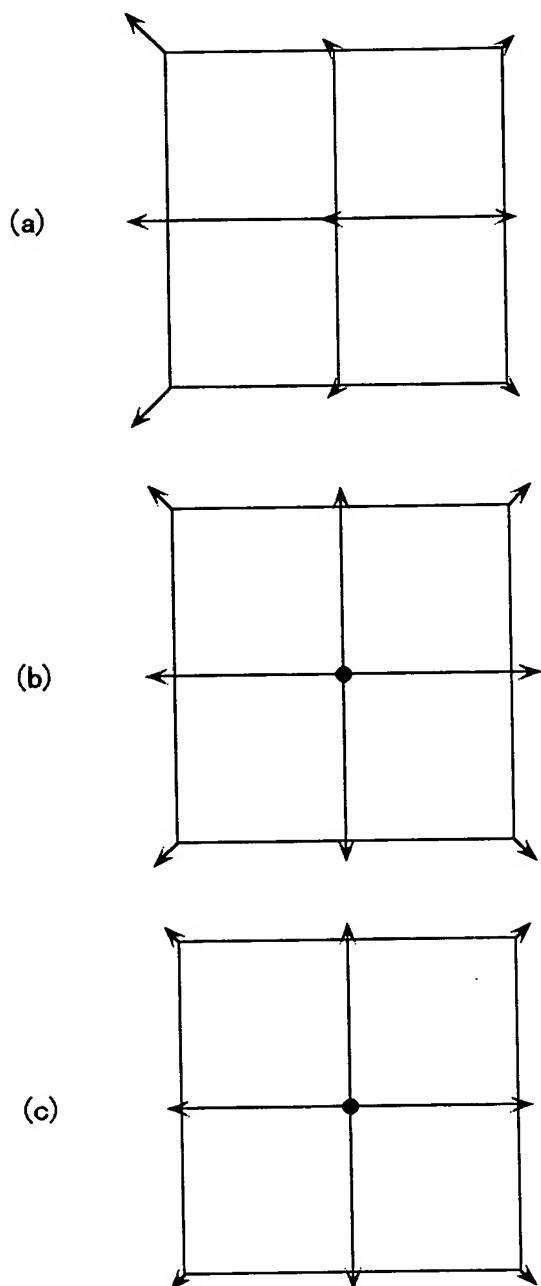
【図3】

図 3



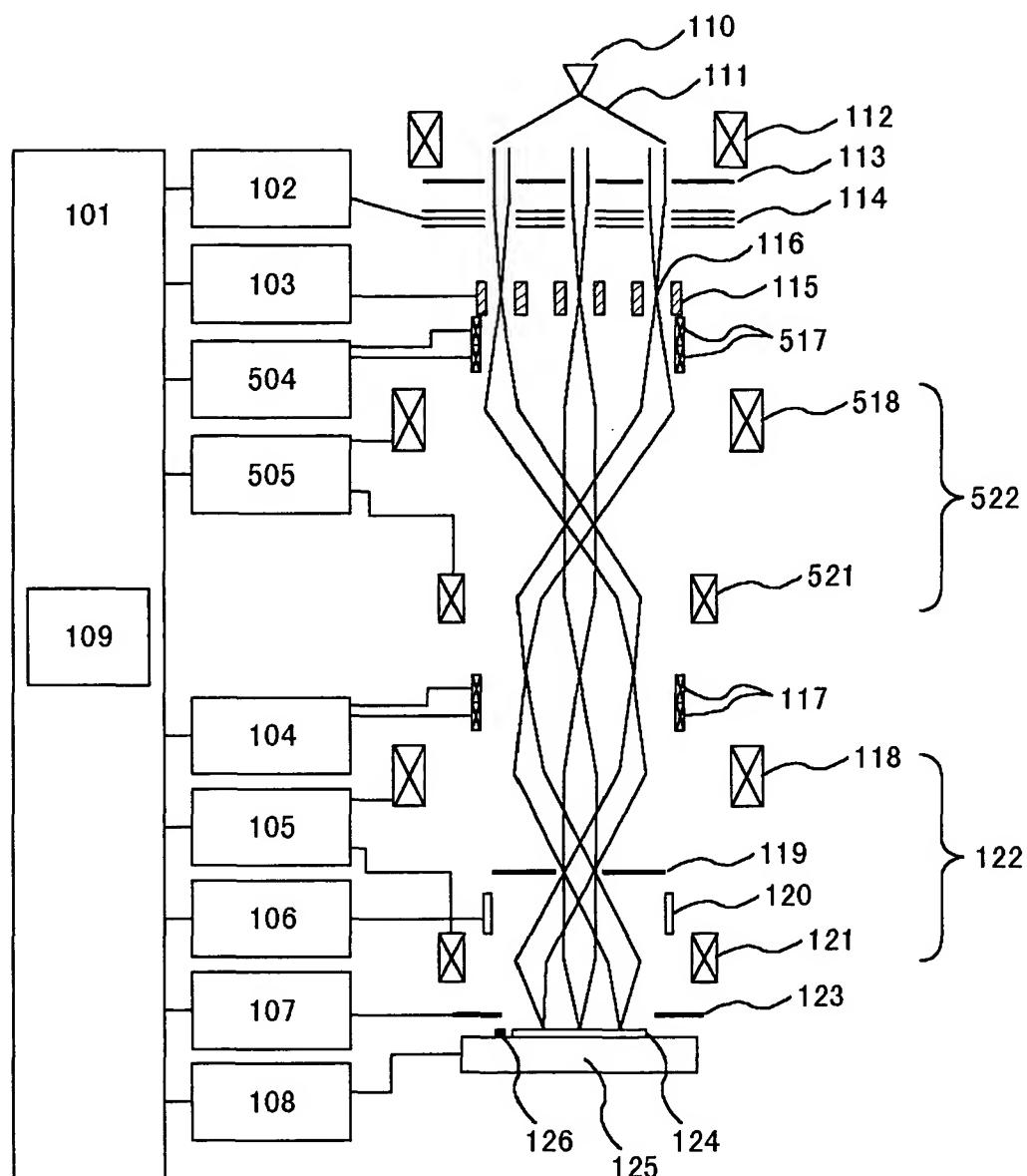
【図4】

図 4



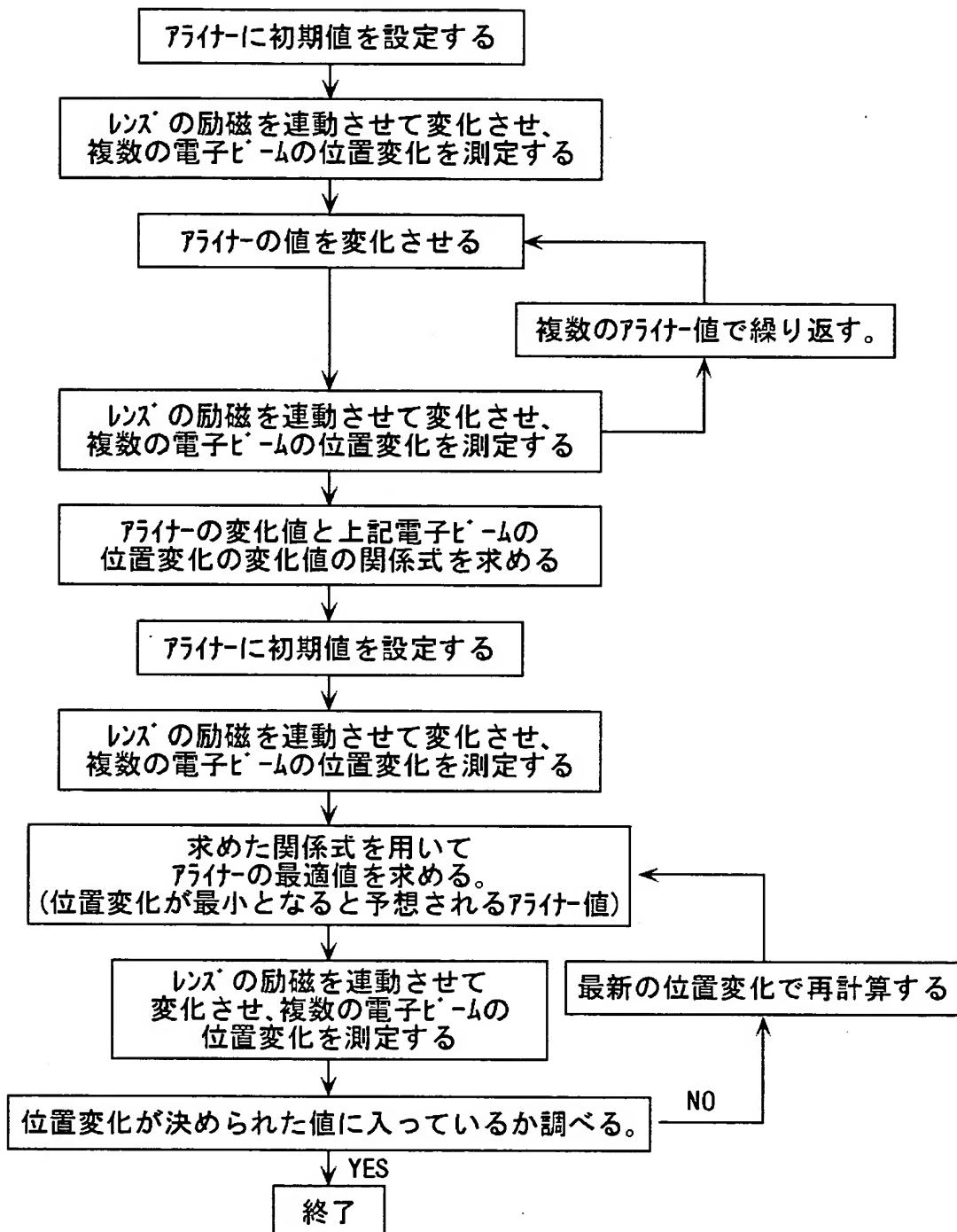
【図5】

図 5



【図6】

図 6



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

大面积転写に必要なダブルートレンズを用いた電子光学系における光学調整が可能な電子ビーム露光技術を提供する。

【解決手段】

少なくとも2つの電磁レンズ（118、121）により1つの像を形成する部分を有する電子ビーム露光装置であって、少なくとも2つのレンズの励磁を同時に変化させた際の像面近傍での電子ビームの位置を計測する手段と、その計測結果をアライナー（117）若しくはレンズ（122）の強度にフィードバックする制御手段と、を有することを特徴とする電子ビーム露光装置を構成する。

【選択図】 図1

## 出願人履歴情報

識別番号 [501387839]

1. 変更年月日 2001年10月 3日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区西新橋一丁目24番14号

氏 名 株式会社日立ハイテクノロジーズ

## 出願人履歴情報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社